



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 47 729 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
C 22 B 9/05
C 22 B 21/00

②① Aktenzeichen: 199 47 729.9
②② Anmeldetag: 5. 10. 1999
④③ Offenlegungstag: 27. 4. 2000

DE 199 47 729 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
298 18 006. 5 08. 10. 1998

⑦① Anmelder:
Carbon Industrie-Produkte GmbH, 53567 Buchholz,
DE

⑦④ Vertreter:
Bach, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50825 Köln

⑦② Erfinder:
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Gaseinleitungssystem für Schmelzbäder

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Leitungssystem zur Einleitung von gasförmigen Reaktionsstoffen in ein Schmelzbad, vorzugsweise in eine Aluminiumschmelze. Die Gase dienen als Reaktionspartner für Verunreinigungsstoffe, welche als Schlacke aus der zu reinigenden Schmelze ausge-
tragen werden sollen. Dies erfolgt in der Regel durch Dif-
fusion der Verunreinigungen nach Reaktion mit dem Gas durch die Schmelze nach oben, wo sich die Verunreini-
gungen als Schlacke von der Schmelze absetzen und ent-
fernt werden können.

Für den Eintrag des Gases in die Schmelze wird ein Einlei-
tungsrohr oder Rührer verwendet, diese sind dabei mit ei-
nem Endabschnitt außerhalb der Schmelze mit der Gas-
zufuhrleitung verbunden und mit dem anderen Endab-
schnitt ragen sie in die Schmelze hinein.

Der Rührer bzw. das Einleitungsrohr weisen erfindungs-
gemäß eine im wesentlichen gasdichte Auskleidung auf,
die den Gasaustritt oberhalb der Oberfläche des Schmelz-
bades weitgehend verhindert.

DE 199 47 729 A 1

Ø Miller
zu P 1432 DE

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Leitungssystem zur Einleitung von gasförmigen Reaktionsstoffen in ein Schmelzbad, vorzugsweise in eine Aluminiumschmelze.

Ein Leitungssystem dieser Art ist im Stand der Technik allgemein bekannt. Durch das Leitungssystem werden Gase in die Schmelze eingetragen. Die Gase dienen als Reaktionspartner für Verunreinigungsstoffe. Die mit dem Gas verbundenen Verunreinigungsstoffe werden als Schlacke aus der zu reinigenden Schmelze ausgetragen. Dies erfolgt in der Regel durch Diffusion der Verunreinigungen durch die Schmelze nach oben, wobei sich die Verunreinigungen als Schlacke von der Schmelze absetzen. Die Schlacke wird dann von der Schmelze getrennt und die Schmelze kann weiterverarbeitet werden. Die Einleitung des Gases findet in der Regel in einem Ofen statt, in dem die Schmelze, nachdem sie bereits verhüttet worden ist, flüssig gehalten wird, bzw. nach einem Erstarren wieder verflüssigt wird. Dabei wird die Schmelze in einem Temperaturbereich gehalten, der eine Einleitung der gasförmigen Reaktionsstoffe und das Austragen der Verunreinigungen ermöglicht.

Für den Eintrag des Gases in die Schmelze wird ein Einleitungsrohr oder Rührer verwendet, diese sind dabei mit einem Endabschnitt außerhalb der Schmelze mit der Gaszufuhrleitung verbunden und mit dem anderen Endabschnitt ragen sie in die Schmelze hinein.

Das Material des Leitungssystems, insbesondere das des Einleitungsrohres oder des Rührers, muss, um bei den Schmelztemperaturen funktionsfähig zu bleiben, hitzebeständig bzw. feuerfest sein. Dafür stehen Materialien mit Graphitanteilen sowie mit keramischen Komponenten zur Verfügung. Diese Materialien sind überwiegend großporig und damit gasdurchlässig. Auch Einleitungsrohre, beispielsweise aus Graphit mit einem Reinheitsgrad von über 97%, vorzugsweise einem Reinheitsgrad von 99,5–99,8%, weisen eine nicht vernachlässigbare Gasdurchlässigkeit auf, die auf atomaren oder molekularen Zusammenhängen basiert.

Aufgrund dieser Gasdurchlässigkeit gelangt das Reaktionsgas in den Innenraum und in die Umgebung des Ofens. Dort entstehen wegen der radikalen Reaktionsfähigkeit der Gase Korrosionsschäden an den Bauteilen. Desweiteren werden große Mengen an Gas unverbraucht ausgeblasen, die keinen Beitrag zu Qualitätsverbesserung der Schmelze leisten, da sie dort überhaupt nicht eingetragen wurden. Bedingt durch den hohen Anteil an radikalen Gasen ist auch das Gesundheitsrisiko für das Bedienungspersonal groß. Darüber hinaus ist der beschriebene Gasverlust mit hohen Kosten verbunden.

Aufgabe der Erfindung ist es folglich, die vorgenannten Nachteile zu überwinden und die Gaseinleitung zur Bearbeitung von Schmelzen effizienter zu gestalten.

Eine Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird zur Verfügung gestellt, durch ein Leitungssystem zur Einleitung von gasförmigen Reaktionsstoffen in ein Schmelzbad, vorzugsweise in eine Aluminiumschmelze, insbesondere Leitungssystem aus Graphit, das eine über der Oberfläche des Schmelzbades liegende Gaszufuhrleitung und wenigstens ein in das Schmelzbad ragendes, mit der Gaszufuhrleitung verbundenes Einleitungsrohr oder Rührer aufweist, wobei das Leitungssystem eine im wesentlichen gasdichte Auskleidung aufweist, die den Gasaustritt oberhalb der Oberfläche des Schmelzbades weitgehend verhindert.

Vorteilhaft ist dabei, dass die gasförmigen Reaktionsstoffe in dem Leitungssystem weitgehend verlustfrei zur Schmelze gelangen und in die Schmelze eingeleitet werden können. Hierdurch wird zunächst verhindert, dass die radikalen Reaktionsstoffe in die Umgebung der Schmelze, ins-

besondere in die Innen- und Außenbereiche des Ofens gelangen, ohne dass sie durch die Schmelze diffundiert sind. Sobald die Reaktionsstoffe in die Schmelze eingetragen werden, reagieren sie, wie vorgesehen, mit den entsprechenden Bestandteilen der Schmelze und gehen Verbindungen ein, so dass die radikale Reaktionsfähigkeit verloren geht. Die so entstehenden Verbindungen können entweder gasförmig, flüssig oder als Feststoffe der Schlacke aus der Schmelze ausgeschieden werden. Damit ist es möglich, die Emission radikaler Reaktionsstoffe zu verringern und Korrosionsschäden an den Bauteilen des Ofens weitgehend zu vermeiden. Der Ofen kann somit länger in Betrieb bleiben und die Wartungsintervalle können verlängert werden, so dass Betriebskosten und damit die gesamten Produktionskosten sinken.

Desweiteren nimmt die Gesundheitsbelastung des Bedienpersonals ab und die Aufwendungen für den Arbeitsschutz in Bezug auf diese Belastungen sinken ebenfalls, was die Kosten weiter senkt.

Schließlich steigt auch der Wirkungsgrad der Anlage, da mit einer Erhöhung der Gaseinleitung zur Erhöhung der Qualität der Schmelze überproportionale Gasverluste vermieden werden können. Vorteilhafterweise führt jede Erhöhung der Gaszufuhr erfindungsgemäß zu einer äquivalenten Erhöhung des Eintrags des Gases in die Schmelze.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Leitungssystems ist dadurch gegeben, dass der Gasdruck und der hydrostatische Druck der Schmelze in einem unmittelbaren Verhältnis zueinander stehen, weil keine unkalkulierbaren, vom Material des Leitungssystems abhängigen Gasverluste einzubeziehen sind. Damit werden Anlagen möglich, deren Gaseintrag in Abhängigkeit fester Kenngrößen, wie der Tiefe des Gaseintrags und der Dichte bzw. dem spezifischen Gewicht des Schmelzenmaterials, berechenbar und damit automatisch steuerbar ist. Somit ist es möglich, die Anlage mit entsprechenden Steuerelementen und Programmen auszurüsten, um Bedienfehler an der Anlage zu vermeiden.

Eine Ausgestaltung der Erfindung wird dadurch zur Verfügung gestellt, dass die Auskleidung eine Versiegelung, eine Beschichtung und/oder ein rohrförmiger Einsatz ist. Je nach Ausgestaltung des Einleitungsrohres und nach Anforderung an die Auskleidung sind verschiedene Möglichkeiten in Betracht zu ziehen, die gewünschte Gasdichtigkeit zu erreichen. Dazu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass eine Versiegelung oder Beschichtung der entsprechenden Rohre des Leitungssystems erfolgt. Vorzugsweise werden die Leitungen, die Gaszufuhrleitung und das Einleitungsrohr, im Inneren mit einem gasförmigen oder flüssigen Mittel beaufschlagt, das an der Wandung anhaftet und diese auskleidet, wobei die Auskleidung fest und hitzebeständig wird.

Erfindungsgemäß ist ein rohrförmiger Einsatz vorgesehen, der in die Rohre des Leitungssystems eingesetzt wird. Um den rohrförmigen Einsatz in die Rohre des Leitungssystems einführen und befestigen zu können, können diese mit einem Ausgleichmittel ausgekleidet werden, das zwischen der Außenwandung des rohrförmigen Einsatzes und der Innenwand der Rohre des Leitungssystems verbleibt. Das Ausgleichmittel ist vorteilhafterweise zur besseren Befestigung des Einsatzes vorgesehen. Vorteilhaft ist auch ein Material, das ein unterschiedliches Ausdehnungsverhalten der aneinander anliegenden Körper ausgleicht.

Die so ausgestalteten Leitungssysteme weisen durch die Verstärkung mit dem rohrförmigen Einsatz im Einleitungsrohr, insbesondere bei sehr geringen oder gar keinen Toleranzen, erhöhte Bruchsicherheit auf, da der Einsatz zusätzliche Stabilität bietet. Der Einsatz wirkt dabei als Verstärkung. Dadurch wird der Vorteil erreicht, dass die Standzeiten erhöht werden können und es weniger häufig zu Graphit-

bruch des Einleitungsrohres oder Rührers kommt, wodurch das gesamte Schmelzbad unbrauchbar würde. Außerdem wird die Schmelze nicht mit Abbrand der Auskleidung verunreinigt, da der Graphit die Auskleidung schützt.

Als rohrförmiger Einsatz wird ein gasdichtes Rohr aus chemisch inertem, hitzebeständigem und/oder feuerfestem Material, vorzugsweise VA-Stahl vorgesehen. VA-Stahl ist hierzu geeignet, da er bei Temperaturen oberhalb von 1000°C noch formbeständig ist und bei diesen Temperaturen gegenüber den durchzuleitenden radikalen Reaktionsstoffen chemisch inert ist. Korrosionsschäden bleiben daher bei einem derartigen rohrförmigen Einsatz aus.

Die Verwendung von Graphit als Material des Einleitungsrohrs, das mit der Schmelze in Berührung kommt, ist erforderlich, um zu gewährleisten, dass Schmelzenmaterial das Einleitungsrohr oder den Rührer nicht benetzt und daran anhaftet, womit ein Anbacken des Schmelzenmaterials bis zur Unbrauchbarkeit des Einleitungsrohrs oder des Rührers verbunden wäre. Als besonders günstig hat sich Graphit erwiesen, das einen hohen Reinheitsgrad aufweist. Graphite mit einem Reinheitsgrad von über 99% sind vorteilhaft, jedoch lassen sich auch andere Graphitsorten erfindungsgemäß nutzen.

Für Auskleidungen sind erfindungsgemäß Mischungen mit einem Anteil an keramischem Material, beispielsweise Glas oder Quarzglas, vorgesehen. Vorteilhafterweise können Rohre aus Graphit, die in bisher verwendeten Anlagen einsetzbar waren, in einfacher Weise nachgerüstet werden. Neben den Schmiereigenschaften gewährleisten Graphite eine hohe Thermoschockbeständigkeit. Darüber hinaus nimmt die Festigkeit des Graphits bei steigender Einsatztemperatur zu, wodurch Kräfte durch die thermische Ausdehnung der Auskleidung zerstörungsfrei aufgenommen werden können. Die Einsatztemperatur von Graphit kann bei der Verwendung von Schutzgasatmosphäre bis ca. 3000°C erhöht werden. Graphite können desweiteren mit einer Imprägnierung versehen werden, die eine zusätzliche Verbesserung der Eigenschaften hinsichtlich des Abbrandschutzes bewirken. Derartige Imprägnierungen wurden im Stand der Technik eingesetzt, ohne dass ein Einfluss auf die Gasdurchlässigkeit des Graphits gewünscht oder erreicht wurde. Erfindungsgemäß ist jedoch auch eine Kombination dieser Wirkungen vorstellbar. Diese Wirkungen können durch Auskleidung oder Imprägnierung mit einem Material erzeugt werden, das neben dem Abbrandschutz auch die Gasdichtigkeit erhöht. Vorstellbar ist auch eine mehrstufige Herstellung der Auskleidung, beispielsweise unter Verwendung des rohrförmigen Einsatzes, wobei in je einem Schritt die Imprägnierung und die Gasdichtigkeit hergestellt wird.

Als Leitungssystem sind verschiedene Anlagen vorgesehen. Erfindungsgemäß wird ein Leitungssystem bevorzugt, dessen Einleitungsrohr mittels einer dreh- und schwenkbaren gasdichten Rohrverbindung mit der Gaszufuhrleitung verbunden ist.

Vorteilhafterweise lässt sich die Erfindung dadurch neben statischen Systemen auch an rotierenden oder linear bewegbaren Rührer- und/oder Leitungssystemen verwenden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung lässt sich dadurch erreichen, dass das Einleitungsrohr mit einem Endabschnitt in das Schmelzbad einführbar ist, der mit einer teilweisen Auskleidung versehen ist, die unterhalb der Oberfläche des Schmelzbades endet. Dieser Teil der Auskleidung kommt aufgrund der Gasdurchleitung mit der Schmelze nicht in Berührung. Allerdings wird so die Gasdichtigkeit bis kurz unter die Oberfläche der Schmelze erreicht. Vorteilhafterweise können so Gasverluste über diese oberflächennahen Bereiche der Schmelze weiter reduziert werden.

Dabei ist erfindungsgemäß auch vorgesehen, dass der

Endabschnitt mit wenigstens einem Gasverteiler verbunden ist, der Öffnungen zum gleichmäßigen Gaseintrag in die Schmelze aufweist.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass eine Anlage mit erfindungsgemäßem Leitungssystem den erhöhten Anforderungen an den Umweltschutz gerecht wird. Die erfindungsgemäßen Verbesserungen lassen sich darüber hinaus bei älteren Anlagen mit Leitungssystemen aus Graphit mit entsprechenden Mitteln kostengünstig nachrüsten.

Zur Herstellung des erfindungsgemäßen Einleitungsrohrs wird zunächst das Bauteil aus Graphit hergestellt. Dies erfolgt auf konventionelle Weise durch Pressen und Sintern sowie anschließendem Aushärten des Rohlings. Der Rohling wird nach der Bearbeitung mit der erfindungsgemäßen Auskleidung versehen, die gasförmig, flüssig oder als fester Körper in den Graphitrohling eingebracht wird. Die Auskleidung ist in dem Rohling in dem Durchlasskanal für die gasförmigen Reaktionsstoffe formschlüssig an der Innenwandung vorgesehen. Zur Befestigung der Auskleidung kann diese entweder toleranzfrei eingepresst oder mit Ausgleichmittel zwischen der Innenwandung des Rohlings und der Außenwandung befestigt sein. Die Befestigung sowohl ohne Toleranzen als auch mit Ausgleichmittel kann in der Weise erfolgen, dass die unterschiedlichen Ausdehnungsverhalten der unterschiedlichen Materialien ausgeglichen werden. Einerseits steigt die Festigkeit des Graphits mit zunehmender Temperatur, andererseits wirkt das Ausgleichmittel als Puffer. Das Ausgleichmittel wird entweder auf den rohrförmigen Einsatz oder auf die Innenwandung des Graphitrohrlings aufgetragen, bevor diese ausgekleidet wird.

In der Zeichnung wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Zeichnung eines Ofens mit Schmelzbad und Einleitungsrohr;

Fig. 2 ein Einleitungsrohr im Querschnitt durch die Längsachse;

Fig. 3 eine schematische Zeichnung eines Schmelzbades im Querschnitt von einer Seite mit Einleitungsrohr und Gasverteiler.

In Fig. 1 ist ein Leitungssystem 1 dargestellt, das Gas über eine Gaszufuhrleitung 2 und einem Einleitungsrohr 3 in das Schmelzbad 4 leitet. Das Schmelzbad 4 befindet sich im Ofen 5, der durch die Ofenwandung 6 begrenzt ist. Das Gas 7 wird unter Druck, welcher höher ist als der hydrostatische Druck der Schmelze in der gewünschten Einleitungstiefe, aus einem Reservoir, das in der Zeichnung nicht dargestellt ist, durch die Gaszufuhrleitung 2 in das Innere des Ofens 5 geleitet und dort durch das Einleitungsrohr 3 in das Schmelzbad 4 eingetragen. Die Gaszufuhrleitung 2 und das Einleitungsrohr 3 sind aus Graphit. Das Schmelzbad 4 ist vorzugsweise eine Aluminiumschmelze. Durch Einleitung des Gases 7 werden unerwünschte Bestandteile der Aluminiumschmelze von den Gasatomen, bzw. -molekülen gebunden und gasförmig, flüssig oder als Feststoff von der Aluminiumschmelze getrennt. In der Regel kann dies durch Entgasen oder Abziehen der Schlacke erfolgen, welche sich aufgrund unterschiedlicher spezifischen Gewichte von der Schmelze absetzt.

Oberhalb der Oberfläche 8 des Schmelzbades 4 ist eine Gasdurchlässigkeit des Leitungssystems 1 nicht erwünscht. Die einsetzbaren Materialien, insbesondere Graphit, weisen allerdings bei der Verwendung von Chlor aber auch bei anderen gasförmigen Reaktionsstoffen eine materialbedingte Gasdurchlässigkeit auf, die bei den notwendigen Einleitungsdrücken zu einem nicht vernachlässigbaren Verlust an Gas außerhalb des Schmelzbades führt. Diese unverbrauchten Gase sind radikal, d. h. sie greifen chemisch reaktionsfähige Stoffe wie einfachen Stahl an und erzeugen so Korro-

sion am Ofen bzw. an den umliegenden Anlagen. Desweiteren entsteht eine erhebliche Umwelt- bzw. Gesundheitsbelastung.

In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßes Einleitungsrohr 3 dargestellt, das mit einem rohrförmigen Einsatz 9 ausgekleidet ist. Der rohrförmige Einsatz 9 ist mit einem nicht dargestellten Ausgleichmittel 10 im Einleitungsrohr 3 angeordnet. Nicht dargestellt sind auch die Gaszufuhrleitungen 2, die erfindungsgemäß den gleichen Aufbau aufweisen können. Das Einleitungsrohr 3 ist an einem Endabschnitt 11, der in der Fig. 2 oben wiedergegeben ist, mit der Gaszufuhrleitung 2 verbunden und ragt mit dem gegenüber liegenden Endabschnitt 12 in das Schmelzbad 4 hinein. Am Endabschnitt 12 weist das Einleitungsrohr 3 einen Gasverteiler 13 auf, durch welchen das Gas 7 durch Öffnungen 14 in das Schmelzbad eingeleitet wird.

Um oberhalb der Oberfläche 8 des Schmelzbades 4 die erforderliche Gasdichtigkeit zu erreichen, wird das Leitungssystem aus Graphit d. h. die Gaszufuhrleitung 2 und das Einleitungsrohr 3 wie in Fig. 3 dargestellt mit einer Auskleidung 15 versehen, die erfindungsgemäß etwas unterhalb des vorgesehenen Standes der Oberfläche 8 des Schmelzbades 4 endet. Damit wird ermöglicht, dass unterhalb der Oberfläche 8 Gas durch die poröse Wandung aus dem Einleitungsrohr 3 ausströmen kann, was dort dem vorgesehenen Zweck, nämlich der Reinigung der Schmelze dient. Oberhalb der Oberfläche 8 des Schmelzbades 4 ist das Leitungssystem jedoch weitgehend gasdicht. Der überwiegende Teil des Gasaustritts erfolgt jedoch durch die Öffnung 14 am Rohr oder einem damit Gasverteiler 13, der in der Fig. 3 nicht dargestellt ist direkt in die Schmelze hinein.

Zur besseren Befestigung der Auskleidung 15, die den rohrförmigen Einsatz 9 umfasst, ist ein Ausgleichmittel 16 zwischen dem rohrförmigen Einsatz 9 und dem Rohr 2 oder 3 des Leitungssystems 1 vorgesehen.

Patentansprüche

1. Leitungssystem zur Einleitung von gasförmigen Reaktionsstoffen in ein Schmelzbad, vorzugsweise in eine Aluminiumschmelze, insbesondere Leitungssystem aus Graphit, das eine über der Oberfläche des Schmelzbades liegende Gaszufuhrleitung und wenigstens ein in das Schmelzbad ragendes, mit der Gaszufuhrleitung verbundenes Einleitungsrohr oder Rührer aufweist, wobei das Leitungssystem eine im wesentlichen gasdichte Auskleidung aufweist, die den Gasaustritt oberhalb der Oberfläche des Schmelzbades weitgehend verhindert.
2. Leitungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auskleidung eine Versiegelung, eine Beschichtung und/oder ein rohrförmiger Einsatz ist.
3. Leitungssystem nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auskleidung durch Ausgleichmittel mit dem Rohrmaterial verbunden ist.
4. Leitungssystem nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auskleidung aus chemisch inertem, hitzebeständigem und/oder feuerfestem Material, vorzugsweise aus VA-Stahl, Glas oder Quarzglas besteht.
5. Leitungssystem nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auskleidung keramisches Material aufweist.
6. Leitungssystem nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einleitungsrohr mittels einer dreh- und/oder schwenkbaren gasdichten Rohrverbindung mit der

Gaszufuhrleitung verbunden ist.

7. Leitungssystem nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Einleitungsrohr mit einem Endabschnitt in das Schmelzbad einführbar ist, der mit einer teilweisen Auskleidung versehen ist, die unterhalb der Oberfläche des Schmelzbades endet.

8. Leitungssystem nach einem oder mehreren der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt mit wenigstens einem Gasverteiler verbunden ist, der Öffnungen zum gleichmäßigen Gas-eintrag in die Schmelze aufweist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

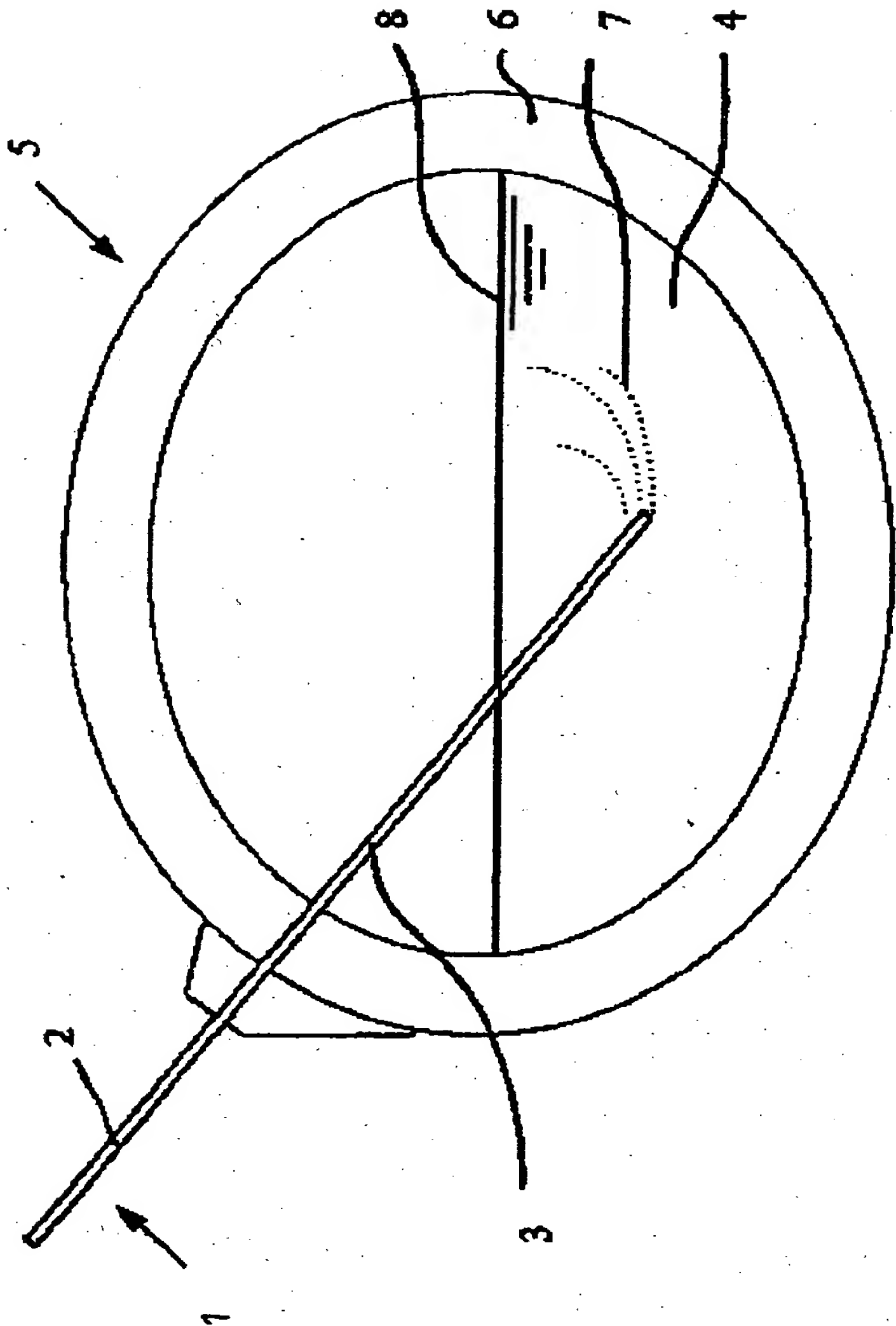


Fig. 1

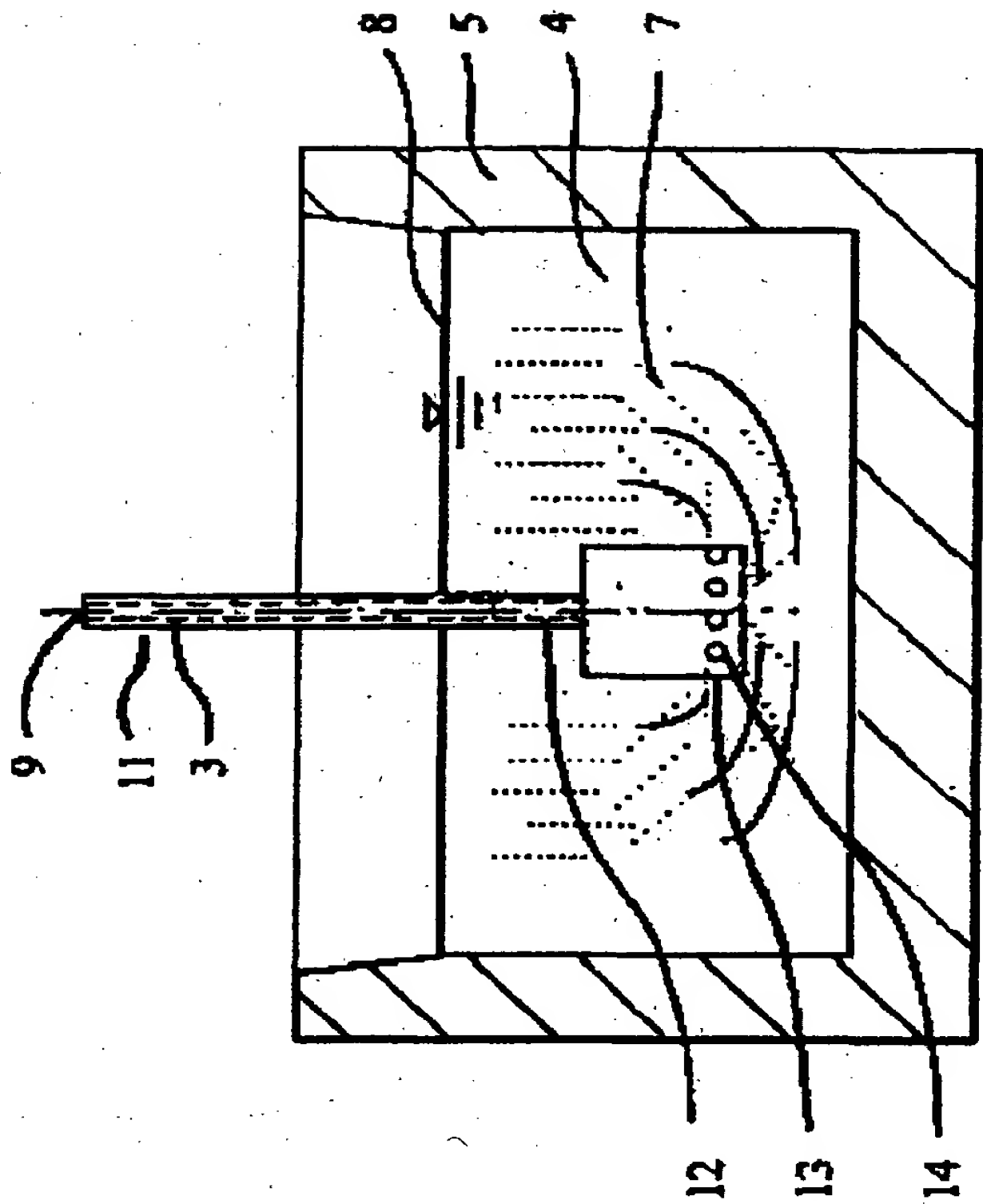


Fig. 2

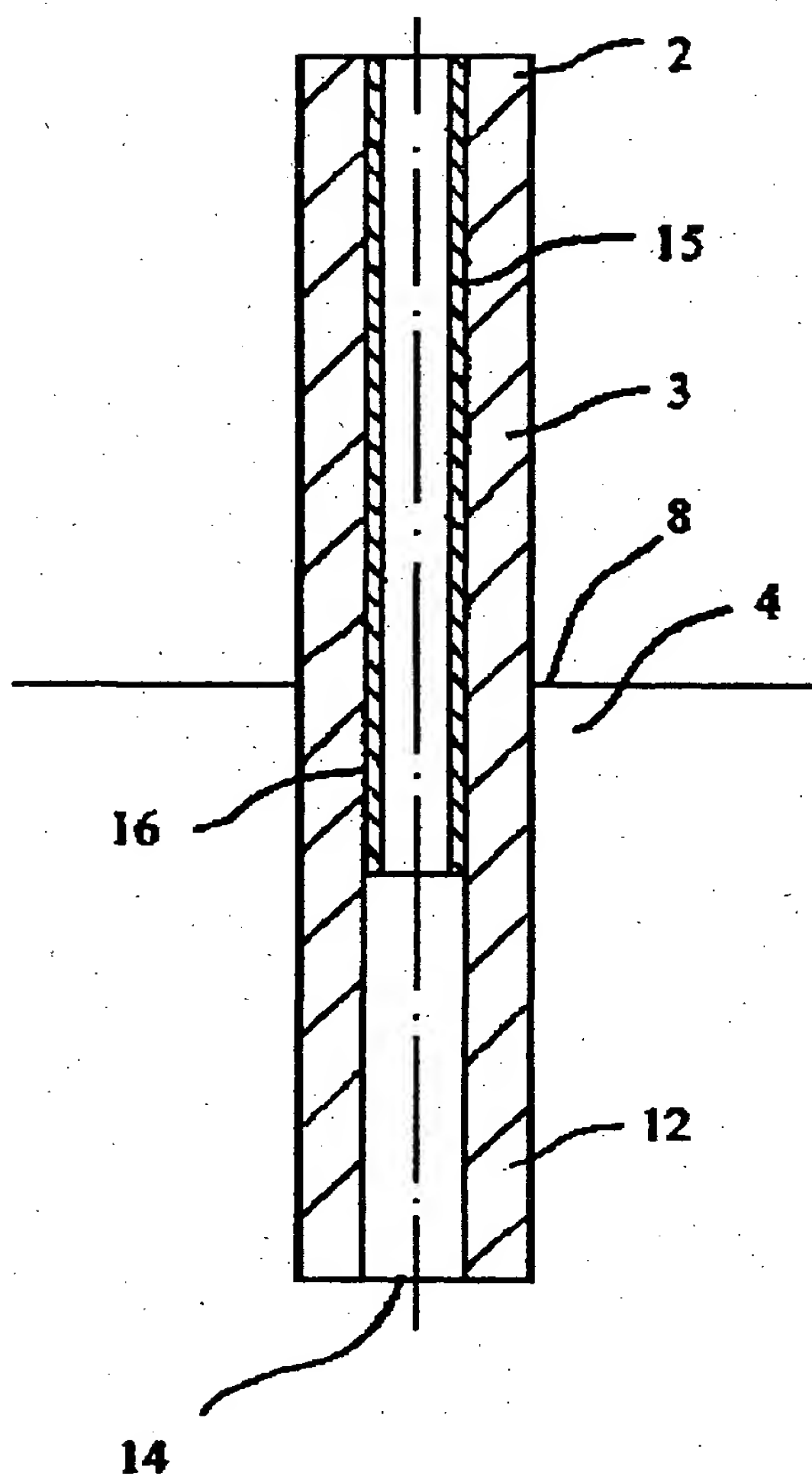


Fig. 3